

– ПЛК «ОВЕН» – выполняет все управляющие функции, обрабатывает входные данные, формирует управляющие сигналы для манипуляторов и осуществляет контроль за процессом сортировки;

– сервоприводы, манипулятор и раскладчик – отвечают за перемещение секций на различных этапах процесса. Вибропитатель осуществляет ориентацию секций и поштучную их выдачу на позицию захвата. Манипулятор осуществляет перенос каждой секции с позиции захвата в контактное устройство. Раскладчик осуществляет сброс секций в один из приемных бункеров в соответствии с показаниями измерительного устройства;

– оптические датчики EE-SX1018 и CNY70 – используются для контроля положения манипуляторов и наличия секции в зоне захвата.

Алгоритм функционирования системы включает следующие этапы.

1. Инициализация системы – компоненты системы приводятся в исходное положение.
2. Манипуляция с секцией – управление сервоприводом для помещения секции в нужную ячейку. В процессе работы происходит перемещение секций конденсаторов из линии вибропитателя в измерительное устройство с помощью манипулятора и последующее распределение секции в номерной бункер, соответствующий показаниям измерительного прибора.
3. Измерение параметров секции – регистрация данных через измеритель иммитанса E7-20. Данные передаются в ПЛК для дальнейшей обработки.
4. Анализ данных и сортировка – сопоставление параметров секции с номинальными рядами.

В любой момент оператор может нажать кнопку «Стоп», после чего происходит завершение цикла работы системы.

Программная часть системы реализована на языке программирования FBD (Function Block Diagram) в программе CoDeSys V2.3. В процессе работы программы происходит считывание сигналов с оптических датчиков EE-SX1018 и CNY70 для контроля положения манипулятора и наличия секции в зоне захвата. Для управления шаговыми двигателями программно задается генерация управляющих импульсов. Происходит запись измеренного показания прибора E7-20 в текстовый файл для дальнейшего анализа.

Дальнейшее развитие системы может включать интеграцию с аналитическим ПО для улучшения статистического анализа данных. Также перспективным направлением является внедрение методов искусственного интеллекта для предсказания параметров секций и автоматической корректировки алгоритмов работы.

УДК 537.226

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРАДИЕНТНОЙ КЕРАМИКИ ТИТАНАТА БАРИЯ-СТРОНЦИЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПАССИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОНИКИ

Шут В. Н.¹, проф., Сырцов С. Р.¹, доц., Кашевич И. Ф.², доц.

¹Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

²Витебский государственный университет имени П.М. Машерова,
г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. По толстопленочной технологии получена однородная и градиентная керамика титаната бария-стронция $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$. В градиентных материалах содержание стронция по толщине изменялось от 0 до 30 мол%. Исследованы микроструктура и диэлектрические характеристики полученных образцов. Показано, что путем варьирования составов и толщин слоев градиентных структур, а также режимов их спекания, можно управлять размытием диэлектрических характеристик, добиваться низких значений температурного коэффициента емкости в требуемом температурном интервале.

Ключевые слова: титанат бария, градиентная керамика, пассивные элементы электроники.

Введение

Керамика на основе твердых растворов титаната бария-стронция ($Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$, *BST*) является одним из наиболее широко исследуемых объектов в области сегнетоэлектрического материаловедения [1]. Высокие диэлектрические характеристики таких материалов и возможность управлять их параметрами с помощью внешних воздействий (в частности, электрическим полем) обуславливают их широкое использование в элементах памяти, конденсаторах, технике СВЧ. Отличительным свойством *BST* является то, что его диэлектрические и сегнетоэлектрические характеристики монотонно меняются с изменением отношения *Ba/Sr*. Температура фазового перехода (температура Кюри) варьируется от $T_c \approx 120$ °C для чистого $BaTiO_3$ ($x = 0$) до комнатной при $x = 0,35$. Однако, сегнетоэлектрики характеризуются существенной температурной зависимостью параметров в области температуры Кюри, что ограничивает их практическое использование.

С середины 90-х годов сформировалось и быстро развивается новое направление в физике сегнетоэлектрических материалов – создание и исследование структур с изменяющимися по объему характеристиками (составом) – градиентных сегнетоэлектриков (graded ferroelectrics, GF) [2, 3]. Были получены структуры (в том числе на основе *BST*) не только лишенные ряда недостатков однородных систем, но и обладающие новыми свойствами. Подавляющее число работ по данной тематике, выполненных к настоящему времени, посвящено исследованию структур, полученных с помощью различных тонкопленочных технологий. В то же время материалы с толщиной $d \sim 100$ мкм, которые могут быть получены в свободном состоянии (без подложки), представляют самостоятельный интерес. Целью данной работы являлось исследование градиентных керамических многослойных структур $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ ($x = 0-0.3$), полученных по «толстоупленочной технологии» (методом шликерного литья).

Методика изготовления образцов

Объектом исследования являлись многослойные структуры $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$, состоящие из слоев, содержание стронция в которых возрастало на 5 мол% от $x = 0$ (в первом слое) до $x = 0,3$ (в последнем). Из шихты готовили шликер путем перемешивания с поливинилбутиралем и необходимыми пластификаторами и затем отливали керамические пленки толщиной 28,5 мкм. Были получены пленки $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ семи составов: $x = 0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3$. Пленки прессовались в пакеты с требуемой конфигурацией слоев. Однородные структуры (с фиксированной концентрацией стронция) собирались из пленок одинакового состава. Для изготовления градиентных структур совместно прессовались пленки различных составов. Затем из пакетов вырубались заготовки $5,5 \times 4,0$ мм. Полученные заготовки спекались при 1300 °C в течение получаса на воздухе.

Результаты и их обсуждение

Как отмечалось, технология изготовления многослойных градиентных структур предусматривает введение определенного количества модифицирующих добавок, обеспечивающих возможность спекания образцов. Хотя количество добавок невелико (до 1 мол.%), они могут оказывать определенное влияние на электрофизические характеристики отдельных слоев, и, соответственно, на свойства структуры в целом. Для оценки этого влияния нами, наряду с градиентными образцами, отдельно была исследована микроструктура и диэлектрические характеристики однородных образцов с различным содержанием стронция.

На рисунке 1 представлена микроструктура однородных образцов $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ с $x = 0; 0,1; 0,3$ соответственно. Чистый титанат бария имеет достаточно однородную крупнокристаллическую микроструктуру со средним размером зерна $d_l \approx 20$ мкм. При введении 0,05 мол% Sr увеличивается количество зерен с размером 5–10 мкм. Образцы составов $Ba_{0,9}Sr_{0,1}TiO_3$ и $Ba_{0,85}Sr_{0,15}TiO_3$ имеют ярко выраженную бимодальную структуру с наличием крупных зерен, окруженных мелкими кристаллитами. При увеличении содержания стронция $x \geq 0,2$ происходит дальнейшее уменьшение среднего размера зерна, а аномальный рост зерен не наблюдается. Такое развитие микроструктуры связано с конкурирующим влиянием двух факторов. С одной стороны введение добавок ($TiO_2 + MnCO_3$) инициирует жидкофазный механизм спекания, для которого характерно формирование крупнокристаллической структуры. А с другой стороны, стронций является ингибирующим элементом, сдерживающим рекристаллизацию.

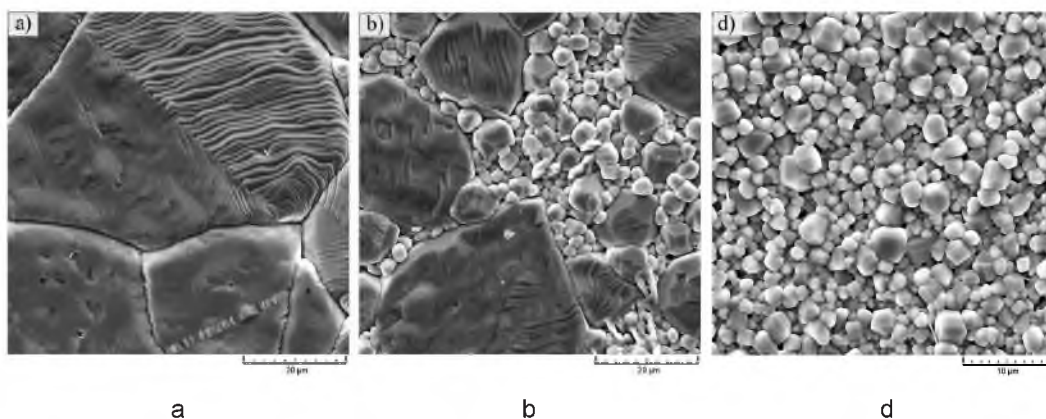


Рисунок 1 – Микроструктура однородных образцов $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$:
а – $x = 0$; б – $-0,1$; д – $-0,3$

Температурные зависимости диэлектрической проницаемости однородных образцов приведены на рисунке 2. Температура фазового перехода чистого титаната бария соответствует $125\text{ }^{\circ}\text{C}$. Введение в состав добавки стронция приводит к сдвигу ТС в сторону низких температур (~ 3 градуса/моль%). Обычно, с повышением концентрации Sr , максимальное значение ε возрастает [1]. В нашем случае отмечается уменьшение значения ε_{max} при $x > 0,1$. Это может быть объяснено зависимостью диэлектрических характеристик перовскитов от размера зерна (эффект зажатия).

На рисунке 3 приведена микроструктура градиентной керамики состава $(BaTiO_3 + BaTiO_3 + Ba_{0.95}Sr_{0.05}TiO_3 + Ba_{0.95}Sr_{0.05}TiO_3 + \dots + Ba_{0.7}Sr_{0.3}TiO_3 + Ba_{0.7}Sr_{0.3}TiO_3)$.

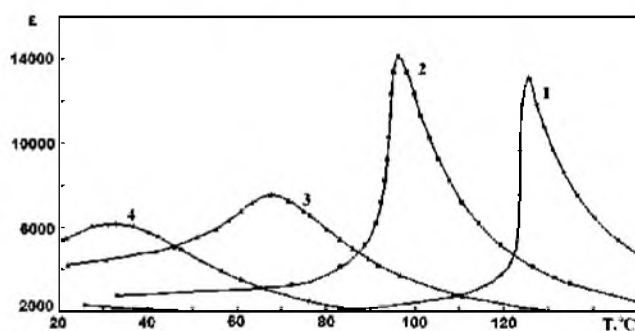


Рисунок 2 – Температурные зависимости диэлектрической проницаемости однородных образцов $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$:
1 – $x = 0$; 2 – $x = 0,1$; 3 – $x = 0,2$; 4 – $x = 0,3$

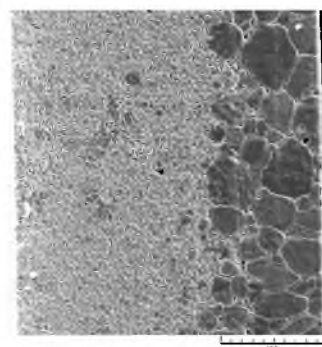


Рисунок 3 – Микроструктура градиентного образца с изменяющимся составом от $x = 0$ до $x = 0,3$ (фотография торца)

Как видно из рисунка 3 микроструктура каждой из поверхностей близка к соответствующей микроструктуре однородных материалов. Это свидетельствует о том, что при выбранных условиях спекания значительного растворения соседних слоев не происходит. На фотографии торца хорошо видно уменьшение размера зерен по мере повышения содержания стронция.

На рисунке 4 представлена температурная зависимость диэлектрической проницаемости $\varepsilon(T)$ для градиентной керамики с изменением x от 0 до 0.3 мол%. В градиентных структурах наблюдается сильно размытая температурная зависимость диэлектрической проницаемости. Температурный коэффициент емкости (ТКЕ) в диапазоне $T = 20\text{--}100\text{ }^{\circ}\text{C}$ не превышает 10 %. Очевидно, что путем варьирования составов и толщин слоев градиентных структур можно добиваться низких значений ТКЕ в требуемом температурном интервале. Следует отметить, что разработанная технология изготовления градиентных сегнетоэлектриков позволяет получать образцы с широким спектром изменения состава и структуры. Это, в свою очередь, дает возможность не только целенаправленно управлять их свойствами, но и получать материалы с принципиально новыми характеристиками.

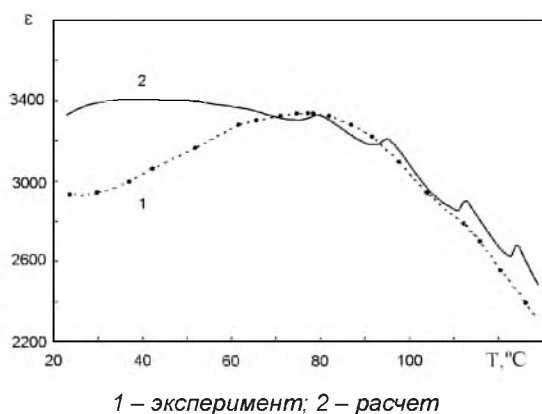


Рисунок 4 – Температурные зависимости диэлектрической проницаемости однородных образцов $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ с $x = 0 - 0,3$

Список использованных источников

1. Gevorgian S. Barium Strontium Titanate (review). Gothenburg, Sweden, 2005. – 20 p.
2. El-Naggar, M. Y. Graded ferroelectric capacitors with robust temperature characteristics / M.Y. El-Naggar, K. Dayal, D.G. Goodwin, K. Bhattacharya // J. Appl. Phys. – 2006. – Vol. 100. – P. 114115–114120.
3. Shut, V. N. Compositionally Graded BST Ceramics Prepared by Tape Casting / V. N. Shut, S. R. Syrtsov, V. L. Trublovsky, A. D. Poleyko, S. V. Kostomarov, L. P. Mastyko // Ferroelectrics. – 2009. – Vol. 386. – P. 125–132.

УДК: 656.25:62-52

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ЦИФРОВОЙ РАДИОКАНАЛ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Розенберг Е. Н.¹, д.т.н., проф., Новиков В. Г.², канд. техн. наук

¹Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»), г. Москва, Российская Федерация

²Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва, Российская Федерация

Реферат. Статья посвящена рассмотрению децентрализованной архитектуры систем управления и обеспечения безопасности движения поездов, использующих цифровой радиоканал передачи данных, которая предполагает отсутствие каких либо логических функций, обеспечивающих безопасность движения на стороне стационарных устройств инфраструктуры.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, системы управления, безопасность движения поездов, бортовые устройства безопасности, система интервального регулирования, цифровой радиоканал, архитектура систем.

Интеллектуализация современных систем управления и обеспечение безопасности движения железных дорог и метрополитенов в настоящее время тесно связана с использованием цифрового радиоканала передачи данных (далее РК). Применение цифрового радиоканала необходимо для повышения пропускной способности линий, модернизации устаревших систем, повышения надежности технических средств, расширения функциональных возможностей технических комплексов и применения новых принципов обеспечения безопасности движения и интервального регулирования [1–3].

Концепции развития систем обеспечения безопасности движения, использующие цифровой радиоканал, должны устранить ограничения, связанные с применением традиционных технологий обеспечения движения поездов.

Стоит отметить, что в настоящее время системы управления движением поездов, использующие РК внедряются в большинстве проектов нового строительства, а также при модернизации линий пригородного железнодорожного транспорта, метрополитена и других